

PAT-NO: JP410116801A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10116801 A
TITLE: METHOD FOR DIVIDING SUBSTRATE AND MANUFACTURE OF LIGHT
EMITTING ELEMENT USING THE METHOD
PUBN-DATE: May 6, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
ICHIHARA, ATSUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME ROHM CO LTD COUNTRY N/A

APPL-NO: JP08268370

APPL-DATE: October 9, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/301, B23K026/00, B26F003/00, B28D005/00, H01L033/00
, H01S003/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily divide a substrate with a small cutting-margin by applying an external force to the substrate, projecting light to the part, where stress caused by the external force is concentrated, of the substrate, and generating a crack with the heat of the projected light.

SOLUTION: A wafer 1 is stuck on a tape 2, and by stretching tape 2 radially outward, a tension T is applied to the tape 2. In this state, the thrust piece 6 is moved up to warp the wafer 1 convexly. The wafer 1 is raised into a roof shape by the generally linear contact of a linear tip part of the thrust piece 6 with the tape 2. The laser beam of a light source 8 is projected through an optical lense 9 onto the part where stress caused by the thrust piece 6 is concentrated, i.e., the edge of the curved part. During the laser projection, a specified tension is applied by holding members 3 and 4 on both sides of the edge of the wafer 1, and hence a crack is generated at the edge by the thermal stress due to the heating of the laser light. Further with the reception of the external force load from the thrust-piece 6, division is performed along the edge.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-116801

(43)公開日 平成10年(1998)5月6日

(51)Int.Cl.^{*}

H 01 L 21/301
B 23 K 26/00
B 26 F 3/00
B 28 D 5/00
H 01 L 33/00

識別記号

320

F I

H 01 L 21/78
B 23 K 26/00
B 26 F 3/00
B 28 D 5/00
H 01 L 33/00

Q

320 E

Z

A

N

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平8-268370

(71)出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(22)出願日 平成8年(1996)10月9日

(72)発明者 市原 淳

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ロ
ーム株式会社内

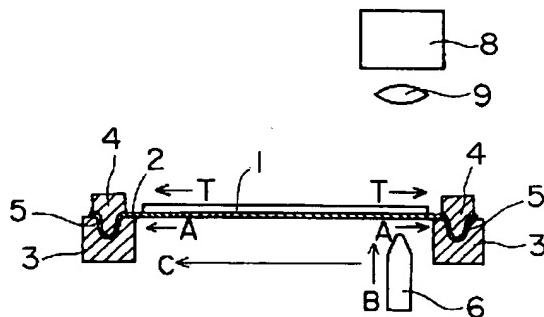
(54)【発明の名称】 基板分割方法及びその基板分割を用いた発光素子製造

方法

(57)【要約】

【課題】 本発明はガラス基板、セラミック基板、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ等の脆性基板の分割方法に関し、特に複数の素子が配置された半導体ウエハや光学素子基板を個別の素子単位に分割する基板分割方法において、回転ブレードの刃幅による切り代の制約を受けることなく、小さな切り代でダイシングを行え、しかも裏面溝等の余分な工程を付加することなく簡単にチップ分割を行える基板分割方法を提供することである。

【解決手段】 本発明にかかる基板分割方法は、脆性基板に外力を加えて湾曲させる等して応力集中を生じさせ、その応力集中部分に光を照射し、その光照射の加熱によってクラックを発生させて前記基板を分割することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に外力を加え、その外力による前記基板の応力集中部分に光を照射し、その照射光の加熱によってクラックを発生させて前記基板を分割することを特徴とする基板分割方法。

【請求項2】 前記外力を付加することによって前記基板を湾曲させ、その湾曲部分の頂部にそって前記光を照射することを特徴とする請求項1記載の基板分割方法。

【請求項3】 前記基板に互いに段差部で隔てられた複数の発光素子領域を形成し、前記段差部に前記応力集中部分を設けて前記光の照射を行うことによって前記基板を分割することを特徴とする請求項1または請求項2記載の基板分割方法を用いた発光素子製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガラス基板、セラミック基板、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ等の脆性基板の分割方法に関し、特に発光ダイオード(LED)やレーザダイオード(LD)等の発光素子を複数形成してなる光学素子基板を個別の素子単位に分割する基板分割方法及びその基板分割工程を使用する発光素子製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば半導体ウエハをチップやペレット等の素子単位に分離、分割する方法として、回転ブレードを用いたダイサーによってダイシング溝を形成し、その溝に沿ってクラッキングする方法が一般的である(特開昭51-28754号公報、特開昭56-135007号公報等参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般に、ダイサーにはダイヤモンド砥石製ブレードを使用しているが、ダイシング溝の幅がブレード幅で規制されるため、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上の切り代を必要とし、ウエハ全体に占めるダイシング領域の面積が大きくなりウエハ1枚あたりのチップ取れ数の向上を妨げていた。逆に幅狭のブレードを用いると横方向にマイクロクラックが生じ易くなるという問題があった。

【0004】また、エッチング端面タイプのレーザダイオードの製造においては、図9に示すように、基板ウエハ50に各レーザダイオード素子51を形成し、その各素子の活性層53をエッチングによって露出させ反射面を形成した後、そのエッチング溝底面の所定箇所55をダイヤモンドブレード54によりカットして所定方向56にそって素子毎に分割していた。この場合、ブレード54の刃幅が該エッチング溝程度あるため、素子角部に当たるのを避けて反射面から距離Tだけ離れた溝底面の中央をカットしているが、該反射面から射出されるレーザ光しが距離Tの突出部分に反射して干渉を起こしてしまうという問題を生じていた。勿論、一点鎖線で示すよ

うに、素子端面の近傍までカット位置を近づけるのは素子端面を削ることになり事実上無理であった。さらに、分割時に破片が飛び散って素子の反射面を傷付けたり、端面に破片が付着したりして所定の反射率を得ることができなかった。

【0005】殊に、最近青色レーザダイオード製造に使用されているサファイア(Al_2O_3)基板は大きいモース硬度9(参考:ダイヤモンドは硬度10)をもつため、機械的切断力により分離すると余計なクラックが発生しやすく上記ダイサーによって精度よくダイシングを行なうことは極めて困難であった。図10はサファイア基板を用いたGaN系LED素子のチップブレーキング工程を示す。サファイア基板を用いたGaN系では、基板の表裏側に設けられる上下一対の電極を備えたGaAs、GaP系のものと比較して、表側に電極対を形成する必要があるという特徴がある。図において基板60にPN接合領域62からなる発光素子部61が複数形成され、その発光素子部61の上部に一方の電極63が、また発光素子部61に隣接して他方の電極64がそれぞれ形成されており、電極64を含む発光素子部61によって単位発光素子領域が形成されている。かかるサファイア基板においても、電極64付近の所定箇所66をダイヤモンドブレード65によってカットして所定方向67にそって素子領域毎に分割していたが、この場合も、ブレード65を用いるときその刃幅スペースを確保するために電極64から離間した箇所66でカットしなければならず、チップサイズの小型化を実現できなかった。

【0006】ところで、脆性基板をダイサーによるダイシングのみによってフルカットすると、予め半導体ウエハの表面にダイサーによってダイシング溝を形成しておき、ついで該ウエハをエキスピンドルテープに貼布してテープを引っ張りながらローラ等で押圧して個別に分割している(例えば特開平6-29388号公報等参照)。しかし、この場合も予めダイサーによる溝形成を行ってから、ローラ等による分割処理を行うため、製造工程上手間が多くかかりコストアップを招くという問題があった。

【0007】また、レーザを用いて基板をスクライプする方法もあるが、厚い基板をフルカットすると熱的かつ機械的ストレスが多く加わって割れや欠けを生じるため表裏に溝を形成してスクライプ箇所を薄くする必要があり、この場合も製造工程上の手間を要していた(特開昭57-172749号公報等参照)。本発明にかかる課題は、上記従来の問題点に鑑み、小さい切り代で簡単に基板分割を行うことができる基板分割方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】半導体デバイス製造用のシリコン基板やLED、LD等の発光素子製造用のGaN基板等の脆性基板を100オングストローム程度の

薄板にすると容易に撓み易くなり、本出願にかかる発明者は、この特性を利用して該脆性基板を湾曲させ、その湾曲箇所に光照射することによって該基板を割断できる点に着眼したものである。

【0009】そこで、上記課題を解決するために、請求項1にかかる発明の基板分割方法は、基板に外力を加え、その外力による前記基板の応力集中部分に光を照射し、その照射光の加熱によってクラックを発生させて前記基板を分割することを特徴とする。また、請求項2にかかる基板分割方法は、前記外力を附加することによって前記基板を湾曲させ、その湾曲部分の頂部にそって前記光を照射することを特徴とする。

【0010】さらに、請求項3にかかる発明は、請求項1または請求項2の基板分割方法を用いて個別のLEDやLD等の発光素子を製造する方法であって、前記基板に互いに段差部で隔てられた複数の発光素子領域を形成し、前記段差部に前記応力集中部分を設けて前記光の照射を行うことによって前記基板を分割することを特徴とする。

【0011】本発明における上記基板は、例えばシリコン半導体を用いるときはシリコンウエハが、またエピタキシャル成長層を備えた基板等が用いられる。また、照射光としてレーザ光、赤外光等を使用でき、好ましくは高出力なものがよい。さらに、光照射は例えば基板の湾曲頂面の表側からでも裏側からでも行うことができる【0012】。

【発明の効果】本発明によれば、例えば基板を貼付したテープを利用して、そのテープを引っ張りながら基板を湾曲させ、その湾曲箇所にレーザ光等の照射を行うことによって簡易に基板を分割することができるるので、余分の切り代を設けることなく、チップあるいはペレットの基板1枚あたりの取れ数を格段に向上させることができる。また、殊に、LEDやLD等の発光素子チップの製造におけるチップ単位への分割工程に適用したとき、素子領域の形成時に生じる段差部が基板の薄肉部になり、これを光照射箇所に利用することによって円滑に分割を行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した例を図面によって説明する。図1は本発明を半導体ウエハのチップ製造工程に適用した例を示す。半導体シリコンウエハ1は回路素子形成工程(図示せず)において形成された複数素子パターンを有し、粘着テープ2に貼着された状態で図1のチップ分割装置によって個別の素子チップに分離される。同分割装置において、粘着テープ2の外周端部5を保持部材3及び4によって挟持し、外側方向に引っ張ることによってウエハ1外周に向面方向Aに所定の張力Tを加えた状態で、かつ略水平に保持されている。粘着テープ2の下方には突き上げ片6が図示しない駆動機構によって上下及び水平移動自在に配置されてい

10

る。突き上げ片6は舌片状素材からなり、上方向Bに移動することによってテープ2に当接し、さらに上昇することによってテープ2に貼着されたウエハ1を若干水平位置から持ち上げてウエハ1を湾曲させる。また、ウエハ1に対して順次所定ピッチで割断するように突き上げ片6はテープ2面にそって水平方向Cに移動する。そして、ウエハ1側上方にはウエハ1表面に照射するYAGレーザ光の光源8が配置されており、レーザ光は光学レンズ9を介してウエハ1表面に集光される。また、光源8は突き上げ片6と同様に、光学レンズ9とともにウエハ1表面にそって移動自在に設けられている。なお、半導体シリコンウエハ1には例えば4~8インチ径で、厚さ約200オングストロームのものを使用する。

20

【0014】なお、粘着テープ2はいわゆるエキスパンドテープと称されるテープであって、そのテープ素材にはポリオレフィン系や熱可塑性エラストマー系等の重合体、例えばポリエチレン、ポリウレタン等を用いることができる。また、テープ片面に塗布される接着剤(図2の7参照)にはテープ2に引っ張り力を付加してもウエハ1が剥離しない程度の貼着力を保持し得るものであり、例えばポリアクリル酸エステル系やシアノアクリラート系等の接着剤を用いることができる。

30

【0015】上記分割装置によるウエハ分割処理を説明する。図2は割断箇所の拡大を示す。図1に示したように、ウエハ1をテープ2に貼着し、かつテープ2を外周方向に引っ張って張力Tを加えた状態で突き上げ片6を上方に移動して薄板のウエハ1を上向きに凸の状態に湾曲させる。ウエハ1は突き上げ片6の線状先端部がテープ2に略直線的に当接することによって、屋根のような形状に持ち上げられる。そして、突き上げ片6による応力集中部分、即ち該湾曲部分の稜に対して光源8からのレーザ光10を光学レンズ9を通じて照射する。このレーザ照射において、ウエハ1の該稜の両側には保持部材3及び4による所定の張力が加えられており、かつレーザ光10の加熱による熱応力によって該稜に亀裂(クラック)11が生じ、さらに突き上げ片6による外力負荷を受けて稜線方向にそって分割される。突き上げ片6の上方移動は基板分割の時点で停止する。また、レーザ光照射ポイントをウエハ1の端部から開始し上記稜線つまり突き上げ片6の当接方向Dにそってシフトさせ走査することによって長尺状の分割片13を得ることができ、さらに突き上げ片6及び光源8を分割片13の幅だけ順次シフトして、複数に分割していくことができる。分割後の分割片13どうしは上記張力を受け微小間隔12を開けて順次並んだ状態になる。ウエハ1全面に対して所定方向の分割を終了すれば、ウエハ1ないし突き上げ片6を90°回転させ、突き上げ片6によるウエハ湾曲及びレーザ光照射を繰り返すことによってウエハ1に対する縦横の分割を行うことができ、複数の素子チップを得ることができる。

40

50

【0016】次に、サファイア基板を用いたGaN系LEDチップの製造への本発明の適用例を図3に示す。上記実施例と同じ部材については同一符号を付している。図においてサファイア基板30表面側に通常のLED素子形成工程(図示せず)に従いPN接合領域からなる発光素子部32が複数形成されている。発光素子部32の上部には一方の電極(図示せず)が、また発光素子部32に隣接する基板部位がエッチング処理によって除去されて段差部31が形成され、その段差部31表面に他方の電極(図示せず)が形成されている。複数の矩形単位発光素子領域を区画するように段差部31が縦横に形成されており、各単位発光素子に分割するため本発明の基板分割工程を行う。なお、サファイア基板30には例えば2インチ径で、厚さ約100オングストローム以下のものを使用する。

【0017】この基板分割工程において、複数の発光素子部32を形成した基板30は粘着テープ2に貼着された状態で、粘着テープ2の外周端部を外側方向に引っ張ることによってウエハ1外周に向かって張力が加えられている。そして、粘着テープ2の下側の舌片状突き上げ片6を段差部31の中心に向け上昇させることによってテープ2に当接させ、さらに上昇させることによって基板30を若干水平位置から持ち上げて湾曲させる。突き上げ片6の上方移動は基板30を所定の湾曲形状に保持する状態で停止させる。次に突き上げ片6に対向する位置に配置したレーザ光源からのレーザ光10を湾曲頂面の段差部31の中心に照射する。レーザ光源にはサファイア基板への光吸収性に富むCO₂ガスレーザやエキシマレーザ等を用いることができる。このようにして、基板30の薄肉部分に相当する段差部31の両側壁への張力付加によって生ずる応力集中部分に対してレーザ光加熱を行うことにより段差部31の溝方向にそって亀裂33が生じ、さらに突き上げ片6による外力負荷を受けてその方向にそって分割される。また、レーザ光照射ポイントを基板30の端部から開始し段差部31の長手方向つまり突き上げ片6の当接方向にそってシフトさせ走査することによって長尺状の分割片35を得ることができる。さらに突き上げ片6を段差部31ずつ順次シフトさせ、レーザ光照射を行うことによって複数の分割片35を得ることができ、分割後の分割片35どうしは上記張力を受け微小間隔34を開けて順次並んだ状態になる。基板30全面に対して所定方向の分割を終了すれば、基板30ないし突き上げ片6を90°回転させ、上記の基板湾曲およびレーザ光照射を繰り返すことによって基板30に対する縦横の分割を行って、複数の素子チップを得ることができる。

【0018】さらに、例えばダイオード素子製造用の区画溝を備えた基板の分割例を図4に示す。図1及び図2の実施例と同じ部材については同一符号を付している(以下の図5~図8の例も同様)。この基板40はダイ

オード素子部45を縦横の、いわゆるメサ溝と称されるエッチング溝41によって基盤目状に複数形成されたものであり、テープ2に貼付されている。ダイオード素子部45及びエッチング溝41は予め素子形成工程(図示せず)において形成され、素子チップ単位への個別分割のために、溝41に光吸収材42が予め塗布されている。光吸収材42はレーザ照射工程で用いるレーザ光を吸収する色の顔料を有し、例えばYAGレーザを用いるときには波長1.06μmの光を吸収させる顔料を用いればよい(特に、工作機械技術研究会・編監修・安井武司「工作機械シリーズ レーザ加工」P127~134に記載の、「YAGレーザによるガラス切断加工」、黒部利次著、大北出版〔平成2年9月10日発行〕にYAGレーザ吸収には青色塗布インクが適するとある)。即ち、これらの素材には例えば、一般に印刷インク等に用いられる有機顔料、例えばアゾ顔料、あるいはフタロシアニン系総合多環系顔料などであり、また市販のマジックインキ(商品名)を使用してもよい。そして、光吸収材42の溝注入あるいは埋設は、基板表面にスピンドル法により予め塗布し、その後表面の余分の溶液を拭き取って取り除き、溝41底部にのみ光吸収材42を残存させるようにして行う。

【0019】図4における素子分割処理を説明する。上記の光吸収材42の溝41への注入状態で、舌片状突き上げ片6を溝41に対向するように基板裏側に配置する。そして、基板40の表面から上記レーザ光を照射する。このとき、光学レンズ9によってレーザ光10のフォーカスポイントが溝42の底部に合うように調整して光吸収材42にレーザ光10を集光させる。このレーザ照射とともに突き上げ片6を上方に移動させ上向きの外力を付加する。かかる外力付加による応力集中状態において、レーザ光は光吸収材42に吸収され、光吸収材42が局部的に急速に熱膨張するとともにその周辺の基板40の部位も加熱され膨張するため、基板40の裏面方向に向かい、かつ溝の形成方向にそってクラック46がより円滑に成長していく、各チップ列43単位に分割することができる。各チップ列43はテープ2の引っ張り状態において若干の隙間44を明けて分離される。列単位の分割が終了すると基板40あるいは突き上げ片6を90°向きを変えて行方向に對しての分割を繰り返し、素子チップ単位の分割を行うことができる。

【0020】このように、各ダイオード素子をメサ溝(エッチング溝41)で形成するダイオードチップの製造において、該溝の形成を利用してその底部に塗布したレーザ非透過性の光吸収材42に光照射することによって光吸収性を高め、より円滑かつ簡単にチップ分割をすることができる。尚、上記光吸収材には従前より半導体製造プロセスに使用されているフォトレジスト材料を用いてよい。即ち、溝形成後、スピンドル法によって塗布し、ついで溝底部にのみ残留するようにアッショング

(ashing)処理を施し、さらに窒素ガス雰囲気で加熱処理してその残留レジストを炭化させることによって生じた炭化物を光吸収材として用いればよい。勿論、このような光吸収材の使用による光吸収性の向上は図3の場合等にも適用される。レーザ光も光吸収材42以外の基板等に吸収されにくい波長のものを選択することによって照射スポットのサイズが溝42より多少大きくなってしまい。

【0021】本発明を適用できる基板には以上の実施例の他にLDチップ等の製造に用いられるGaAs基板にも勿論適用可能である。殊にLDチップ製造用GaAs基板の場合、通常厚さ50オングストローム程度と十分に薄いため撓み易く、円滑に分割される。照射レーザ光も対象基板に応じて種々の波長のものを使用すればよく、例えばGaAs基板への光吸収性がよいArレーザ光（例えば波長0.49μm）やHe-Neレーザ光（例えば波長0.63μm）を用いることができる。さらに、突き上げ片による外力付加のポイントを基板のへき開方向にそって設定し、かつ光照射をその位置に応じて行うことにより基板のへき開方向にそって簡易に分割することができる。

【0022】また、基板突き上げ方式の他に、基板を湾曲させる別の手段を図5に示す。図においてシリコンウエハ等の基板80はテープ82に貼着され、基板端部84をテープ82とともに引っ張られた状態で回転体81の周面にそって保持部材83によって固定されている。保持部材83はクランプ等の機械的手段で構成されており、回転体81の接線方向の引っ張り張力を基板80及びテープ82に加えた状態に保持する。このように基板80をテープ82を介して回転体81の周面にそって取り付けられているので、全体として湾曲した状態に保持され、上記の実施例で使用した突き上げ片による突き上げ状態と同様の外力付加状態に設定されている。そして、光学レンズ9等によるレーザ照射手段が回転体81周面の頂点上方に配置されている。

【0023】上記の回転体81からなる基板湾曲手段を用いることによって基板82は円柱側面に巻き付くように湾曲し、その湾曲頂点にレーザ光10を与えるとその加熱による熱応力と上記引っ張り張力によって基板を分割することができる。レーザ照射を回転体81の軸方向にシフトして該軸方向にそった基板分割を行え、さらに1列分85の分割を終了した後順次回転体81を所定角度回転させ上記レーザ照射を繰り返すことによって複数列に基板分割を行うことができる。この場合回転体81だけで基板湾曲及び基板のピッチ送りを簡単に行うことができる。図における86は基板分割によって生じた列間の隙間を示す。

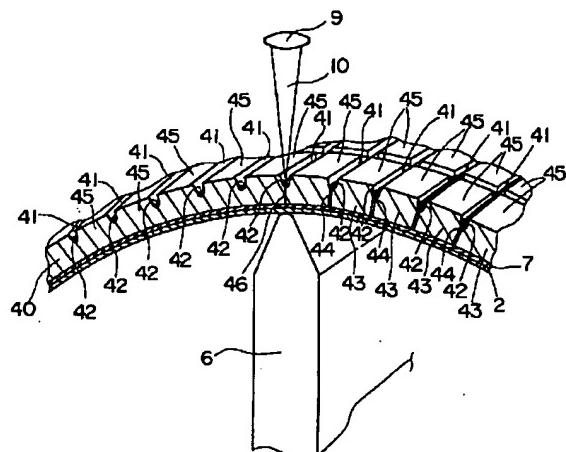
【0024】さらに、真空吸着手段を用いて基板を湾曲させる図6～図8の例を説明する。まず、図6及び図7の例はエーチャック機能を備えた基板搬送手段を有する基板分割装置を示す。この例は真空吸着面を備えた吸

着部材100を複数連結した可搬式基板吸着装置を用いている。各吸着部材100は駆動ベルト101に取り付けられている。駆動ベルト101はチェーンやタイミングベルト等で構成され、駆動ギア102との歯合によって所定方向に間欠的に移動する。各吸着部材100には図7に示すように表面の開口部103を備えた真空排気路109が内設されている。そして各真空排気路109は、駆動ベルト101と並設されたメイン排気路111と吸引口112と断続的かつ気密に連通する。

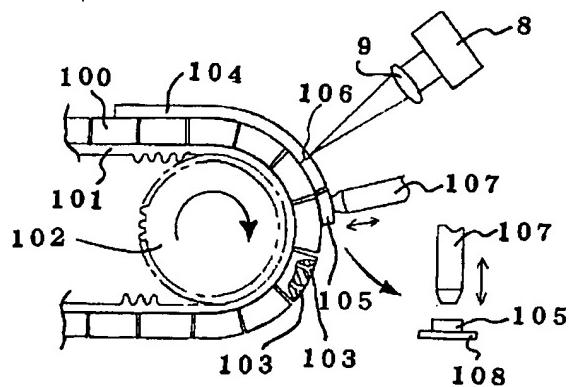
10 【0025】上記の可搬式基板吸着装置において、各吸着部材100上に半導体ウエハ等の基板104を載置しておき、真空排気装置（図示せず）によってメイン排気路111を真空排気すると、吸引口112を通じて真空排気路109内が負圧になるため基板104は開口部103を通じて吸着部材100に吸着される。かかる基板104の吸着状態で駆動ベルト101を駆動して基板104を順次搬送していくと、駆動ギア102の外周にそって曲げられた状態に移行する。この基板曲げ地点の上方に光源8及び光学レンズ9からなるレーザ照射手段が配置されており、基板分割時に円柱面上に曲げられた基板104表面にレーザ光照射を行う。このように真空吸着されたまま強制的に湾曲されることにより応力集中が基板104に与えられ、その部分にレーザ光加熱が加わることによってクラック106を基板104に発生させ、さらにレーザ光照射を横方向に走査してクラックが基板104を横断するように生じさせる。このようにして分割された基板片105は駆動ギア102によるコマ送りによって、吸着力の弱くなる先端前方位置まで搬送され、その地点で回動自在の吸着コレット107に吸着され吸着部材100から引き離される。そして、吸着コレット107が回転、上下移動してリードフレーム等のマウント基板108上に基板片105をポンディングする。この例によれば、レーザ照射、分割片の移動及びコレット動作を繰り返すことによって基板104から直接マウント基板108へのチップのピックアンドプレイスを可能にする。

【0026】次に、図8は吸着コレット203を用いて基板を湾曲させる場合である。真空チャック台201はその平坦表面に多数の吸着口を多数備えた固定台座であり、内部に各吸着口と連通するエアー排気路202を有している。真空チャック台201の平坦面に載置された被分割基板200はエアー排気路202を通じて真空吸着され、真空チャック台201側の一端は送り兼用のストッパ204に保持され、また他端は分割幅相当部分より少し台外に突出してセットされる。そして、その突出部分に対向して真空チャック用吸着コレット203が上方に配置されており、吸着コレット203は基板200の端部を吸着したまま上方に移動し基板200を上側に湾曲させる。一方、基板200の下側には光源8及び光学レンズ9からなるレーザ照射手段が配置されており、

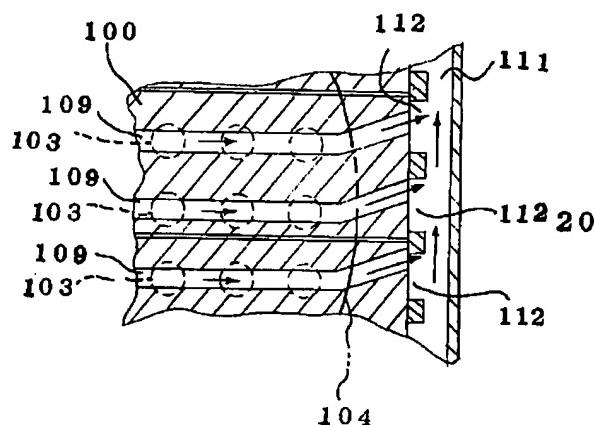
【图4】



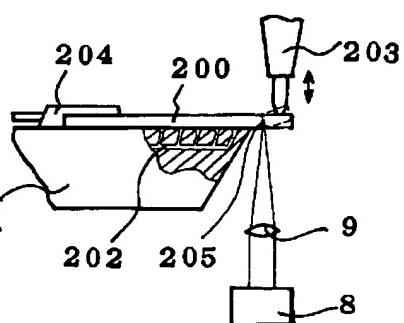
【図6】



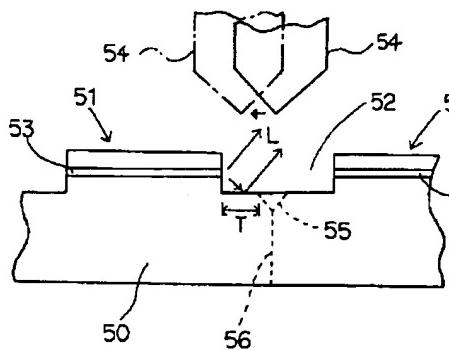
〔图7〕



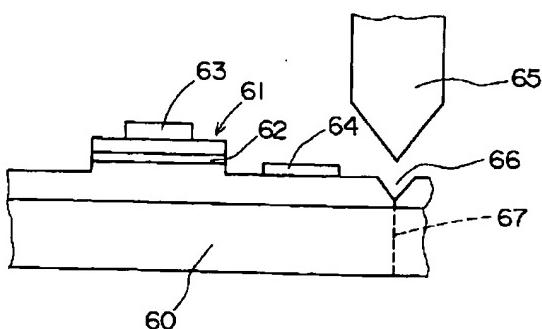
(图8)



【四九】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁶
H 01 S 3/18

識別記号

F I
H 01 S 3/18
H 01 L 21/78

L